

*OPTIMALISASI PENGUKURAN MULTIMETER SINAR-X DENGAN RANGE
TEGANGAN TABUNG DALAM PROSES KALIBRASI PESAWAT SINAR-X*

**Ryska
Sepryana
"2016"**

**OPTIMALISASI PENGUKURAN MULTIMETER SINAR-X DENGAN
RANGE TEGANGAN TABUNG DALAM PROSES
KALIBRASI PESAWAT SINAR-X**

Ryska Sepryana*, Bannu Abdul Samad *, Wira Bahari Nurdin*

***Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

riskasepriana87@gmail.com

Universitas Hasanuddin

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai Optimalisasi Pengukuran Multimeter Sinar-X dengan Range Tegangan Tabung dalam Proses Kalibrasi Pesawat Sinar-X. Tujuan penelitian adalah menentukan range tegangan optimal pada pengukuran tegangan tabung sinar-X dengan menggunakan detektor multimeter sinar-X piranha yang menganalisis perbandingan pemilihan nilai range yang optimal yang telah ditentukan pada multimeter sinar-X piranha. Pada penelitian ini melakukan penyinaran pada variasi tegangan tabung 55 kV, 60 kV, 66 kV, 70 kV dan 73 kV pada arus tabung-waktu penyinaran tetap yaitu 20 mAs.

Metode yang digunakan adalah membandingkan penggunaan range 35-75 kV dengan range 55-105 kV pada multimeter sinar-X piranha dengan variasi tegangan tabung yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan range 35-75 kV lebih besar nilai error persennya hal ini disebabkan, karena skala dari range tersebut kecil dibandingkan dengan penggunaan range 55-105 kV menghasilkan error persen yang kecil, karena memiliki skala besar maka penggunaan range tegangan tabung 55-105 kV lebih optimal digunakan dibandingkan penggunaan range tegangan tabung 35-75 kV.

Kata kunci : *Multimeter sinar-X Piranha, Range Tegangan Tabung, Kalibrasi Pesawat Sinar-X*

ABSTRACT

The research has been on the optimization of the X-ray measurement multimeter with a voltage range in the calibration process air tube X-ray. The purpose of this study was a determine the optimal range on measuring the X-ray tube voltage using a multimeter detector piranha x-ray and analizing the comparison election optimal value range which has been determind on the X-ray multimeter piranha. In this study do irradiating the tube voltage variation of 55 kV, 60 kV, 66 kV 70 kV and 73 kV in tube current-exposure time fixed at 20 mAs.

The method used is to compare the use of the range of 35-37 kV with 55-105 kV range on the multimeter piranha X-ray tube with the same voltage

variation. The results showed that the use of a greater range of 35-75 kV percent error value and this is because the scale of the range is small compared to the use of the range of 55-105 kV generating an error value per cent were small because it has a large scale of the use of tube voltage range 55-105 kV more optimal use than the use of 35-55 kV tube voltage range.

Key word: X-ray Multimeter Piranha, Voltage Ranger Tube, Calibration Plane X-ray.

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Aplikasi teknologi nuklir telah banyak dimanfaatkan dalam kehidupan, salah satunya dalam bidang kesehatan atau medik dibagian radiologi. Unit pelayanan radiologi merupakan salah satu instalasi penunjang medik, menggunakan sumber radiasi pengion untuk mendiagnosis adanya suatu penyakit dalam bentuk gambaran anatomi tubuh yang ditampilkan dalam film radiografi.

Sinar-X merupakan salah satu penemuan di bidang fisika yang memberikan perubahan mendasar dalam bidang kedokteran yaitu dengan memanfaatkan kemampuan daya tembus sinar-X yang tinggi, dimana mampu menembus jaringan tubuh sehingga dapat membentuk gambar atau bayangan dari bagian tubuh yang disinarnya. Sinar-X yang berenergi tinggi mampu membentuk bayangan, sedangkan yang energinya rendah diserap oleh bahan obyek.

Besarnya penyerapan oleh bahan tergantung dari panjang gelombang sinar-X, susunan objek yang terdapat pada alur berkas sinar-X, dan ketebalan serta kerapatan bahan. Dalam kegiatan medik, sinar-X dapat dimanfaatkan untuk diagnosa maupun terapi. Sinar-X

mampu membedakan kerapatan dari berbagai jaringan dalam tubuh manusia yang ditembusnya. Dengan penemuan sinar-X ini, informasi mengenai tubuh manusia menjadi mudah diperoleh tanpa perlu dilakukan pembedahan¹.

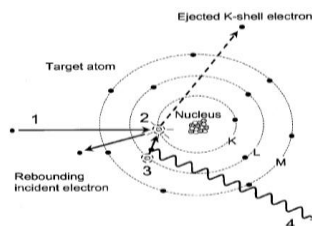
Untuk memastikan bahwa pesawat sinar-X memenuhi persyaratan keselamatan radiasi dan memberikan informasi diagnosa maka diperlukan kalibrasi pesawat sinar-X. Dalam penerapan prinsip proteksi radiasi pesawat sinar-X yang dikalibrasi menggunakan alat ukur radiasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari detektor dan rangkaian penunjang yakni Multimeter sinar-X³. Sistem multimeter ini dalam melakukan kalibrasi tegangan tabung pesawat sinar-X menggunakan beberapa pemilihan range untuk memastikan range yang optimal pada saat kalibrasi.

Berdasarkan hal diatas, penulis tertarik untuk mengangkat judul "Optimalisasi Pengukuran Multimeter Sinar-X dengan Range Tegangan Tabung dalam proses kalibrasi pesawat sinar-X" dalam penelitian ini alat ukur yang digunakan adalah Multimeter sinar-X Piranha menggunakan variasi tegangan tabung 55 kV, 60 kV, 66 kV, 70 kV dan 73 kV.

II. LANDASAN TEORI

II.1 Prinsip Dasar Penggambaran Sinar-X

Sinar-X atau sinar Rontgen ditemukan oleh W.C.Rontgen pada tahun 1895 merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang sangat pendek ($1\text{\AA} = 10^{-8}\text{ cm}$), sehingga mempunyai daya tembus yang tinggi. Sinar-X dapat pula terbentuk melalui proses perpindahan elektron atom dari tingkat energi yang lebih tinggi menuju ke tingkat energi yang lebih rendah. Sinar-X yang terbentuk melalui proses ini mempunyai energi sama dengan selisih energi antara kedua tingkat energi elektron tersebut. Karena setiap jenis atom memiliki tingkat-tingkat energi elektron yang berbeda-beda, maka sinar-X yang terbentuk dari proses ini disebut sinar-X karakteristik yang mempunyai spektrum energi adalah diskrit⁴.

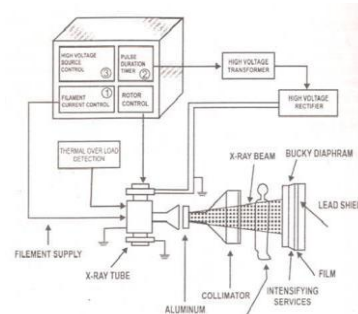


Gambar II.1 Proses terjadinya radiasi sinar-X karakteristik⁴

II.2 Pesawat Sinar-X

Pesawat sinar-X atau Pesawat Rontgen adalah suatu alat yang digunakan untuk melakukan diagnosa medis dengan menggunakan sinar-X. Sinar-X yang dipancarkan dari tabung diarahkan

pada bagian tubuh yang akan didiagnosa.



Gambar II.2 Skema Pesawat Sinar-X⁶

Pesawat sinar-X atau Pesawat Rontgen adalah suatu alat yang digunakan untuk melakukan diagnosa medis dengan menggunakan sinar-X. Sinar-X yang dipancarkan dari tabung diarahkan pada bagian tubuh yang akan didiagnosa. Berkas sinar-X tersebut akan menembus bagian tubuh dan akan ditangkap oleh film, sehingga akan terbentuk gambar dari bagian tubuh yang disinari. Pesawat sinar-X dikelompokkan menjadi 3 (tiga) tipe yaitu pesawat sinar-X *mobile*, pesawat sinar-X *portable*, dan pesawat sinar-X *stationery*⁷.

Besaran hasil pengaturan akan ditampilkan di display pada panel kontrol. Panel kontrol dilengkapi dengan alat yang menunjukkan parameter penyinaran dan kondisi yang meliputi tegangan tabung, waktu penyinaran, penyinaran integral dalam bentuk miliampere detik (mAs), pemilihan teknik, persesuaian mekanisme *bucky*, dan indikator input listrik.

Pengaruh arus tabung (mA kontrol) yang masuk ke tabung akan memanaskan filamen sehingga menghasilkan elektron cepat

(elektron yang bergerak dari katoda ke anoda). Besar kecil arus yang masuk harus diatur untuk menentukan intensitas sinar-X yang dikeluarkan oleh tabung. Arus hasil seting itu akan menghidupkan filamendalam tabung yang selanjutnya akan menghasilkan elektron.

II.3 Interaksi sinar-X dengan Materi

Ada 3 proses utama yang dapat terjadi apabila sinarnya melewati suatu bahan, yaitu

II.3.1 Efek fotolistrik

Pada efek fotolistrik energi foton diserap oleh atom materi, yaitu oleh elektron sehingga terlepas dari ikatannya dengan atom. Elektron yang dilepaskan materi oleh fotolistrik disebut fotoelektron. Proses efek fotolistrik terutama terjadi pada foton yang berenergi rendah yaitu antara 0,01 MeV hingga 0,5 MeV.

II.3.2 Efek Compton

Pada hamburan *Compton* energi radiasi hanya sebagian saja diserap untuk mengeluarkan elektron dari atom (fotoelektron) sedangkan sisa energi akan terpancar sebagai "*scattered radiation*" / hamburan radiasi dengan energi yang rendah daripada energi semula. Hamburan *Compton* terjadi pada elektron-elektron bebas atau terikat lemah pada lapisan kulit yang terluar pada penyinaran dengan energi radiasi yang lebih tinggi yaitu berkisar antara 200-1.000 KeV¹.

II.3.3 Efek Produksi Pasangan

Produksi pasangan hanya dapat terjadi pada energi foton datang $> 1,02$ MeV karena massa diam elektron atau positron ekuivalen dengan 0,51MeV. Apabila foton semacam ini mengenai inti atom berat, foton tersebut lenyap dan sebagai gantinya timbul sebagai sepasang elektron dan positron. Kemudian elektron dan positron yang terbentuk ini akan bergabung kembali menjadi sepsang energi baru yang diarahkan berlawanan, proses ini disebut annihilasi¹.

II.4 Kalibrasi Pesawat sinar-X

Tujuan kalibrasi yaitu mencapai keterlurusan pengukuran dan hasil pengukuran dapat dikaitkan ke standar Nasional dan Internasional, melalui perbandingan yang tak terputus, menentukan deviasi (penyimpangan) kebenaran nilai konvensional penunjukkan suatu instrument ukur, menjamin hasil-hasil pengukuran sesuai dengan standar Nasional maupun Internasional¹³. Adapun parameter penyinaran sebagai berikut:

1. Tegangan Tabung
2. Multimeter sinar-X

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Januari 2016 di Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Makassar - Sulawesi Selatan.

Sebelum melakukan pengukuran, semua filtrasi yang berupa filter tambahan maupun yang ditempatkan pada arah berkas sinar-X harus lepas. Piranha diletakkan diatas meja

pemeriksaan dan diposisikan sedemikian rupa sehingga tegak lurus dengan anoda/katoda, atur luas lapangan penyinaran sesuai ukuran luas detektor dan atur jarak antara tabung sinar-X dengan titik tengah detektor menurut buku panduan petunjuk penggunaan (rekomen-dasi) dari pabrik. Lakukan cek posisi dengan pemilihan koefisien korelasi (R) yaitu $R = 1,000$. Lakukan serangkaian pengukuran pada nilai tegangan tabung 55 kV, 60 kV, 66 kV, 70 kV, 73 kV dan nilai arus tabung 20 mAs dengan jarak 90 cm pada pemilihan range tegangan tabung di multimeter sinar-Xpiranha mulai dari 35– 75 dan 55 – 105 kV selanjutnya dilakukan eksposi. Kemudian nilai tegangan yang dihasilkan pada pesawat sinar-x akan dibandingkan dengan tegangan multimeter sinar-X.

1. Pengambilan data pengukuran
Data pengukuran nilai tegangan tabung diambil secara langsung pada saat eksposi. Untuk keakurasian hasil pengukuran, pengambilan data dilakukan sebanyak 5 (lima) kali pengukuran dengan menggunakan variasi faktor eksposi dengan pemilihan range tegangan tabung 35-75 kV dan 55-105 kV pada multimeter sinar-X piranha, dengan penggunaan mAs dan jarak konstan.
2. Hitung nilai standar deviasi setiap data dengan rumus:

$$STDEV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (kV_{pi} - \overline{kVp})^2}{(n-1)}}$$

dimana : STDEV adalah nilai standar deviasi

kV_{pi} adalah keluaran tegangan tabung

kV_p adalah kV_p rata-rata

Batas lolos uji: $e \leq 10 \%$

– Hitung nilai error setiap data dengan rumus :

$$Error = \left[\frac{kV_{terukur} - kV_{Setting}}{kV_{Setting}} \right] \times 100 \dots\dots\dots (III.9)$$

dimana :kV terukur = tegangan yang terukur pada kV_p meter.

kV setting = tegangan pada panel kendali.

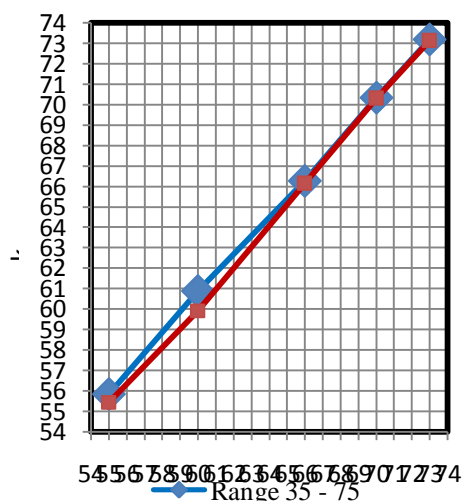
Error yang diperoleh pada setiap perhitungan kV dibandingkan dan diambil nilai error yang maksimum. Batas lolos uji: $e \leq 10 \%$

3. Membuat grafik hubungan tegangan tabung (kV) terhadap penentuan range tegangan tabung.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan nilai error dimaksudkan untuk menjelaskan tingkat kedekatan antara nilai setting kV dan hasil pengukuran yang mengacu pada standar BAPETEN yaitu berada dibawah batas toleransi maksimum 10 %, sedangkan range tegangan tabung pada multimeter sinar-X merupakan rentang atau jangkauan terhadap tegangan tabung yang merupakan faktor untuk penentuan tingkat energi sinar -X yang sesuai dengan tingkat energi tabung pesawat sinar-X.

Perubahan nilai error yang besar dengan nilai error 0,81 % dan nilai error 0,13% yaitu sebesar 0,68 %, sedangkan perubahan nilai error antara 0,81 % dengan nilai error 0,23 % yaitu sebesar 0,58 % kemudian nilai error 0,81 % dengan nilai error 0,44 % yaitu sebesar 0,37 % dan nilai error 0,81% dengan nilai error 0,19% yaitu sebesar 0,62 %. Perubahan nilai error ini disebabkan karena pada pemakaian range 55-105 kV rentang yang besar sehingga menghasilkan nilai error yang kecil. Dimana nilai error ini masih berada dibawah batasan toleransi maksimum yaitu sebesar 10 % sesuai dengan peraturan BAPETEN.



Gambar IV.1 Grafik hubungan antara nilai setting kV dengan hasil kV terukur

Tegangan tabung sangat mempengaruhi daya tembus sinar-X, sehingga menghasilkan kontras radiograf yang optimal yang dapat membedakan dengan jelas mengenai seluk beluk detail gambar. Pada grafik diatas menunjukkan adanya perbedaan besaran tegangan tabung, maka bisa dipastikan gambaran radiografi yang dihasilkan oleh pesawat sinar-X tersebut

menghasilkan kontras radiograf yang menurun.

Pengujian pengukuran tegangan tabung dengan variasi 55 kV, 60 kV, 66 kV, 70 kV dan 73 kV menggunakan range 35-75 dan 55-105 menunjukkan bahwa penyimpangan dengan menggunakan range 35-75 lebih besar dengan nilai error tertinggi yaitu sebesar 1.52 pada setting 55 kV dan nilai error terendah 0.28 pada setting 73 kV sedangkan menggunakan range 55-105 penyimpangannya lebih kecil dengan nilai error tertinggi 0.81 pada setting 55 kV dan nilai error terendah 0.13 pada setting 60 kV. Hal ini disebabkan karena skala dari range 35-75 lebih kecil dibandingkan dengan range 55-105 yang memiliki skala yang lebih besar. Namun penyimpangan dari setting kV masih dibawah 10%. Dengan demikian keluaran tegangan tabung pada pesawat sinar-X memenuhi standar, sehingga aman digunakan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan beserta hasil yang telah dicapai, maka dapat disimpulkan :

1. Range tegangan tabung yang optimal pada multimeter sinar-x yaitu 55-105 kV karena nilai error yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan range 35-75 kV yang menghasilkan nilai error yang besar.
2. Dari hasil pengukuran kedua range tegangan tabung pada multimeter sinar-x piranha menunjukkan bahwa penggunaan range 35-75 kV lebih besar nilai

errornya hal ini disebabkan karena skala dari range tersebut kecil dibandingkan dengan penggunaan range 55-105 kV yang memiliki skala besar.

V.2 Saran

1. Jika menggunakan faktor eksposi yang dibawah dari 55 kV sebaiknya menggunakan range tegangan tabung 35-75 kV dan untuk faktor eksposi diatas 55 kV sebaiknya menggunakan range tegangan tabung yang besar seperti 55-105 kV.
2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan kV tinggi diatas dari 75 kV.

DAFTAR PUSTAKA

1. Akhadi, Mukhlis.(2000).*Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*. Jakarta. PT.Rieneka Cipta.
2. Yufita Evi. (2012).*Analysis Output Tolerance Limits X-ray Machine Diagnostic Case Study In One Of The General Hospital*. Banda Aceh. 2012.
3. Adhianto Dwi.(2014)*Respon Photostimulable Phosphor (PSP) Pada Computed Radiography Terhadap Akurasi Tegangan Tabung dan Linieritas Keluaran Pesawat Sinar-X*. Semarang. Jurusan Fisika. Universitas Diponegoro.
4. Curry III, Thomas S.(1984). *Christensens Introduction to The Physics of Diagnostic Radiology*. Third Edition, Lea and Eigher Philadelphia.
5. Chember.(1983). *Pengantar Fisika Kesehatan*. diterjemahkan oleh Achmad Toekiman). Semarang, IKIP Press.
6. <http://www.scribd.com/doc/14318273/Gelombang-Elektromagnetik>. diakses 9 november 2015.
7. Pusdiklat-BATAN.(2006).*Petugas Proteksi Radiasi Radiodiagnostik*. Jakarta: BATAN.
8. Drajat Adi. (2013).*Cara Kerja Pesawat Sinar-X. Pelatihan Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X*. Jakarta.
9. Bushberg JT, Seibert JA, Leidholdt EM, Boone JM. (2002).*The Essential Physics of Medical Imaging*. 3nd ed. Philadelphia, Pa: Lippincott William & Wilkins.
10. <http://www.radiodiagnostik2.blogspot.com> diakses 12 oktober 2015.
11. <http://www.antonine-education.co.uk>. Diakses 13 April 2016.
12. Abidin Zainal. (2013). *Kalibrasi kv Pesawat Sinar-x Rigaku 250 EG-S3 Dengan Metode Ekspose Chart Standar*. ISBN:978-602-8047-80-7. Yogyakarta.
13. <http://roes-rusmanto.blogspot.co.id/2014/07/menafsirkan-antara-kalibrasi-uji-fungsi.html?m=1> diakses 21 oktober 2015
14. RTI Electronics AB. (2013). *Piranha. Reference Manual*. USA. RTI Electronics AB